

Gonglu xiaoqiaohan Kance Sheji

公路小桥涵勘测设计

孙家驷 编

人 民 交 通 出 版 社

内 容 提 要

本书主要介绍公路小桥涵设计的水文、水力计算基本原理，并结合生产实践着重介绍小桥涵外业勘测和内业设计的方法。

本书为公路与城市道路专业教学参考书，也可供设计、施工、养护单位的小桥涵测设人员学习参考。

本书由刘德进审校。

公路小桥涵勘测设计

孙家驷 编

人民交通出版社出版发行

(北京和平里东街10号)

各地新华书店经销

人民交通出版社印刷厂印刷

开本：850×1168 $\frac{1}{32}$ 印张：8 插页：2 字数：195千

1990年1月 第1版

1990年1月 第1版 第1次印刷

印数：0001—4,000册 定价：4.70元

目 录

第一章 概述	1
第一节 小桥涵的作用及划分.....	1
第二节 小型排水构造物的类型.....	1
第三节 设计原则、要求及任务.....	3
第二章 小桥涵勘测	6
第一节 勘测前的准备工作.....	6
第二节 水文勘测.....	6
第三节 小桥涵位置选择.....	7
第四节 小桥涵位置测量.....	12
第五节 小桥涵调查.....	14
第六节 小桥涵类型选择.....	18
第三章 设计流量计算	21
第一节 迳流形成法.....	21
第二节 形态调查法.....	37
第三节 直接类比法.....	45
第四节 农田灌溉渠设计流量计算.....	55
第四章 孔径计算	57
第一节 小桥孔径计算.....	57
第二节 涵洞孔径计算.....	65
第三节 确定小桥涵孔径经验方法.....	69
第四节 倒虹吸涵洞.....	70
第五节 漫水工程.....	73
第六节 透水路堤.....	78
第五章 涵洞构造	80
第一节 涵洞洞身构造.....	80
第二节 涵洞洞身立面布置及小桥涵基础.....	85
第三节 涵洞洞口.....	88
第六章 洞口加固与防护	93
第一节 进口沟床加固处理.....	93
第二节 出口沟床加固防护.....	95
第三节 陡坡小桥涵附属建筑物.....	102
第七章 小桥涵布图及工程数量计算	106
第一节 小桥涵布图.....	106
第二节 涵洞长度计算.....	108
第三节 工程数量计算.....	111
主要参考书目.....	123

第一章 概 述

第一节 小桥涵的作用及划分

公路跨越沟谷、溪沟、河流、人工渠道以及排除路基内侧边沟水流时，常常需要修建各种横向排水构造物，最常见的排水构造物是小桥涵。

就单个而言，小桥涵工程数量较小，但对整条公路来说，因小桥涵分布全线，工程量占着很大的比重。一般平原区每公里有1~3道，山区有3~5道。据全国195条公路资料统计，小桥涵投资占公路总投资的20.56%，其投资额为大、中桥的三倍左右。可见，小桥涵的设计与布置是否合理，对于整条公路的造价和使用质量都有很大的影响。同时小桥涵的布设还与农田水利灌溉有着密切关系。

小桥和涵洞按其跨径大小来划分。根据交通部部标准《公路工程技术标准》(JTJ1-81)小桥和涵洞划分如表1-1。

小桥和涵洞按跨径分类

表1-1

名称	多孔跨径总长 L (m)	单孔跨径 L_0 (m)
小 桥	$8 \leq L \leq 30$	$5 \leq L_0 \leq 20$
涵 洞	$L < 8$	$L_0 < 5$

表中： L_0 ——单孔跨径，指标准跨径。对于梁式桥、板式桥涵为两桥墩中心线或台背前缘间的距离；对于拱式桥涵、箱涵以净跨径为准；对于圆管涵则为圆管内径为准。小桥涵标准跨径为：0.75、1.0、1.25、1.5、2.0、2.5、3.0、4.0、5.0、6.0、8.0、10、13、16(m)。

L ——多孔跨径总长，仅是划分桥涵的指标。对于梁式桥、板式桥涵为多孔标准跨径的总长；拱式桥涵为两岸桥台内起拱线间的距离；其它形式桥梁为桥面系车道长度。

对于圆管涵及箱涵不论管径或跨径大小、孔数多少，均称为涵洞。

第二节 小型排水构造物的类型

小型排水构造物除小桥和涵洞外还有如下类型：

1. 漫水桥

允许设计洪水短期淹没桥面的公路桥跨结构物称漫水桥。在洪水期漫水桥上要临时中断交通。如图1-1。

漫水桥通常适于雨量集中，洪水历时短暂，河床宽浅，河滩宽阔，两岸地形平坦，公路允许短期阻车的低等级公路上。

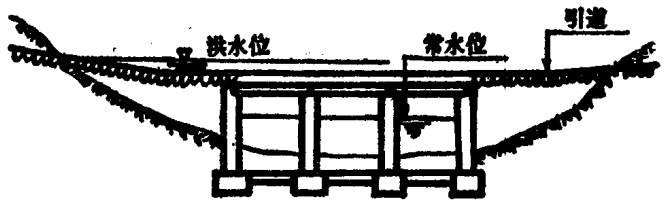


图1-1 漫水桥

2. 过水路面

用加固路基及路基边坡的方式，允许洪水期水流从路面上流过的排水构造物，称过水路面，如图1-2。

带有涵管、涵洞或漫水桥的过水路面称混合式过水路面。过水路面既起排水构造物作用，又起路面作用。

过水路面构造简单，建筑高度小，造价低，只宜在流速较小，无底砂运动或底砂运动轻微，并且公路允许短期阻车的宽阔漫流地区。

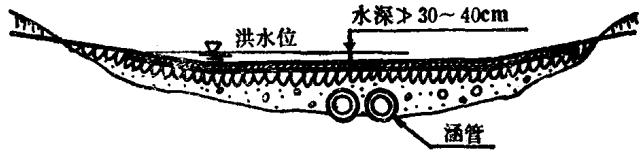


图1-2 过水路面

3. 透水路堤

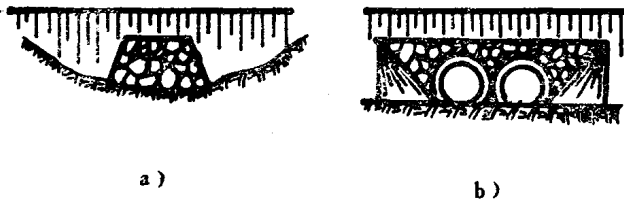


图1-3 透水路堤
a) 石砌透水路堤; b) 带涵管的透水路堤

用块片石干砌成路基，利用石块间空隙排水的构造物，称透水路堤，如图1-3。透水路堤也可与涵洞配合使用。

透水路堤一般只在水流较小，水流含沙量较少的低等级公路上采用。在寒冷地区受冰冻影响，不宜用透水路堤。

4. 倒虹吸涵洞

当横跨公路的沟渠，水面与路面高度相差不多（甚至水面高于路面），修建明涵或架设渡槽均无法满足净空要求的，为避免渠路干扰，利用倒虹吸原理修建的排水构造物叫倒虹吸涵洞，如图1-4。

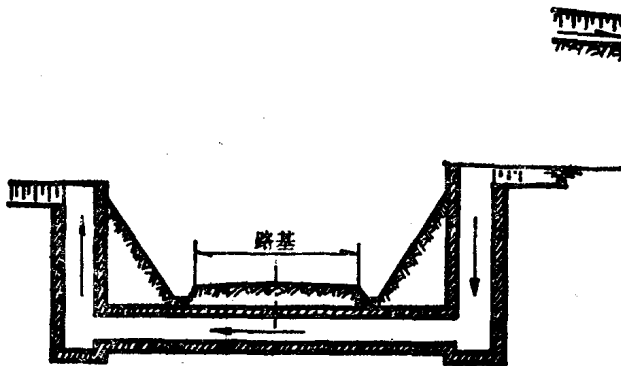


图1-4 倒虹吸涵洞

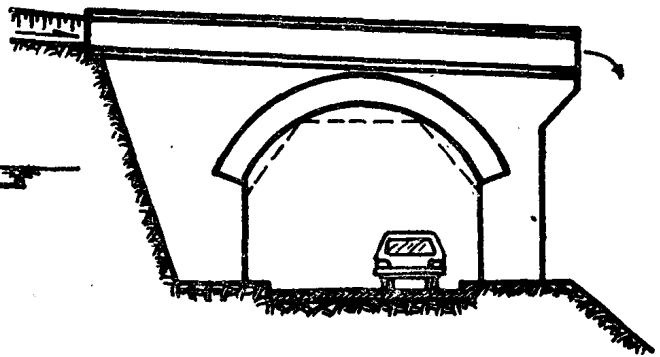


图1-5 渡槽

倒虹吸涵洞，易被泥砂及漂浮物淤塞，涵管接头又易漏水，养护困难，一般较少采用。

5. 渡槽

当横跨公路的沟渠很高，在其下足以保证行车净空时，在公路上空架设的横向排水构造物叫渡槽，如图1-5。

第三节 设计原则、要求及任务

一、设计原则

小桥涵是公路的一个重要组成部分。设计时必须切合客观实际，力求技术上先进，费用经济节约。新建桥涵设计应尽可能采用标准化的装配式结构。有条件时，尽量采用机械化和工厂化施工。积极采用新结构、新设备、新材料、新工艺，以求得最大的经济效益。设计时应遵循以下几点：

- 1) 小桥涵设计应遵循适用、经济、安全和适当美观的原则，并使小桥涵与公路的等级、任务、使用性质和将来发展的需要相适应。
- 2) 因地制宜、就地取材和便于施工养护。
- 3) 与农田水利密切配合。小桥涵的设置和孔径的大小除满足公路本身的要求外，还应考虑农田排灌的要求，并注意不淹没、冲毁农田，不破坏原来的农田灌溉系统。

二、设计要求

(一) 行车的要求

小桥涵和路基共同组成一个为车辆行驶服务的整体。因此它的设计首先要满足车辆行驶的安全、速度、舒适和经济的要求。即设计必须满足《公路工程技术标准》(JTJ1—81)《公路桥涵设计通用规范》(JTJ021—85)等规定的桥涵净空、路基宽度、线型标准、设计荷载等的要求。并使桥涵结构在制造、运输、安装和使用过程中具有足够的强度、刚度、稳定性和耐久性。

(二) 排水的要求

小桥涵的布设还必须保证桥涵下水流的畅通，使路线通过地区不因公路修建而造成流水渲泄不畅、水毁、积水淹没、严重冲刷等现象而影响路基稳定或损害农业。

保证排水要求，主要是通过保证桥涵下有足够的净空尺寸来实现。桥涵下的净空尺寸必须满足以下两个要求：

- 1) 保证桥涵下一定设计频率洪水流量的安全渲泄。《公路工程技术标准》(JTJ1—81)规定，永久性小桥涵设计洪水频率如表1-2。

小桥涵设计洪水频率表

表1-2

构造物名称	公 路 等 级			
	高速公路、一	二	三	四
小 桥	1/100	1/50	1/25	1/25
涵洞及小型排水构造物	1/100	1/50	1/25	不作规定

对于三、四级公路，在交通允许有限度中断时，允许修建漫水桥和过水路面。其设计洪水频率，应根据允许阻断交通的时间久暂和对上下游农田、城镇、村庄的影响以及泥砂淤塞桥孔、上游河床的淤高等因素确定。

- 2) 根据不同结构类型的要求，限制桥涵下洪水位的高度，使有足够的净空高度，以保证结构物能安全、正常使用。《公路桥涵设计通用规范》(JTJ021—85)规定桥涵下净空高度如表1-3、表1-4。

非通航河流桥下净空表

表1-3

	高出计算水位(m)	高出最高流冰面(m)
底	0.50	0.75
承垫石顶面	0.25	0.50
拱脚	0.25	0.25

注：(1)无铰拱的拱脚可被设计洪水淹没，但不宜超过拱圈高度的2/3，且拱顶底面至计算水位的净高不得小于1.0m。

(2)计算水位即设计水位加雍水和浪高。

无压力式涵洞内顶点至最高流水面的净高

表1-4

涵洞 进口净高(或内径)h(m)	涵洞类型		
	圆管涵	拱涵	箱涵
≤ 3	$\geq \frac{1}{4}h$	$\geq \frac{1}{4}h$	$\geq \frac{1}{6}h$
> 3	$\geq 0.75m$	$\geq 0.75m$	$\geq 0.5m$

(三)其它要求

1)跨越通航(或放筏)河流的小桥，除满足上述桥下净空高度外，还应满足桥下通航净空的要求。

2)立体交叉的跨线桥，桥下还应保证所跨越的公路、铁路净空界限的规定。桥涵下兼作通行汽车、大车、行人、牲畜的交通桥，应有足够的净空尺寸。具体要求可与有关单位协商确定。表1-5可作设计时参考。

桥涵下净空尺寸表

表1-5

名称	高度(m)	宽度(m)	名称	高度(m)	宽度(m)
通行行人	2.0	2.0	大车	3.0	3.0~4.0
大的牛羊	2.5	3.0	汽车	3.0	4.5
骆驼	3.2	3.0			

《公路工程技术标准》(JTJ1-81)规定，当农村道路从公路下面穿过时，其净空高度可根据当地通行的车辆和交叉情况而定。一般净高 $\geq 2.5m$ ；净宽 $\geq 3.5m$ 。

三、任务和内容

(一)测设任务

小桥涵测设包括小桥涵外业勘测和内业设计两部分，通过对公路所跨越的河沟进行气象、水文、地形、地质及施工条件进行勘测和调查，收集有关资料，再结合公路的要求，完成公路设计文件编制规定的设计图表资料，据以提供小桥涵概、预算编制和施工的依据。

(二)测设内容

1)小桥涵位置选择；

2) 小桥涵类型选择;

3) 桥涵测量与调查: 包括水文勘测及调查; 桥涵位置的地形及断面等测量; 地质及其它调查等。为小桥涵内业设计搜集资料;

4) 设计流量计算, 即水文计算;

5) 孔径确定。根据设计流量, 通过水力计算, 结合小桥涵所在河沟的具体条件, 确定涵洞及小桥的孔径尺寸。

6) 小桥涵布置。绘出反映小桥涵及进出口附属工程细部构造布置图。

7) 工程数量计算

第二章 小桥涵勘测

第一节 勘测前的准备工作

进行小桥涵外业勘测前，应做好以下准备工作：

- 1)搜集路线所在地区的1:10000~1:100000地形图，以获得区域地形、汇水区面积、主河沟平均纵坡度、湖泊面积等资料。
- 2)向有关部门收集区域地质特征资料、地质图及土壤资料，以供鉴别土壤类属参考。
- 3)向水利部门了解路线经过地区现有及规划的水利化措施、沿线河流湖泊水文资料、水工构造物情况等，以便考虑对桥位、孔径选择、桥涵类型选择、基础深度、河槽与路堤加固等的影响。
- 4)如公路为改建工程，还需向原设计单位、施工单位、养护部门搜集有关测设、施工及竣工有关资料，并了解该工程的使用、养护、水毁等情况，征询对桥涵改建的意见。
- 5)组织、配备与该项勘测任务相适应的人员、仪器和用具、资料等，并拟定工作计划。

第二节 水文勘测

水文勘测的目的，主要是为计算设计流量和确定桥涵孔径提供有关的水文、地形、土壤植物、气象以及农田水利等资料。由于小桥涵水文计算方法很多，因此调查的内容及深度也视其计算方法而异。

当不作水文、水力计算时，水文勘测反作一般的水文调查。通过现场调查，了解所建桥涵汇水区大小、沟槽情况、水流情况、河床纵横坡、地表植物覆盖及土壤等情况、水流情况。并作扼要的现场记录，以供确定孔径之用。

当要作水文、水力计算时，根据不同的水文计算方法，勘测的主要内容如下：

(一)径流形成法

- 1)汇水区汇水面积测量；
- 2)主河沟纵坡测量；
- 3)汇水区土壤吸水类属调查；
- 4)汇水区植物覆盖情况调查；
- 5)汇水区农田水利情况调查；

(二)形态调查法

- 1)形态断面设置及测量；
- 2)洪水调查；
- 3)洪水比降测量；
- 4)河床土质种类和特征调查等。

(三)直接类比法

- 1) 桥涵上下游历史最高洪水位调查。一般在锥形护坡或八字墙末端测定。当无洞口时，则在路基坡脚处测定；
 - 2) 历史最高洪水位发生的年份及相应的频率；
 - 3) 桥涵类型、进出口类型、孔径、净高、河床坡度、进出口河床标高、桥涵下加固铺砌类型及涵洞长度等；
 - 4) 原有桥涵使用情况调查。包括：水毁情况、冲刷和漫水情况等调查；
 - 5) 河床土质种类和特征调查。
- 径流形成法和形态调查法的水文资料收集和具体作法将在第三章中叙述。

第三节 小桥涵位置选择

一、择位原则

小桥涵位置选择恰当与否，直接关系到路基的稳定、排水的好坏以及工程造价的高低。因而合理恰当地选择好小桥涵位置，是小桥涵设计的重要步骤。小桥涵择位时应遵循以下原则：

- 1) 小桥涵位置应服从路线走向。由于单个小桥涵的工程数量不大，因而小桥涵位置一般是在路线走向基本确定的情况下来选择的。只有在特殊情况下（如路线遇大洼深沟。路线与河沟斜交太大等情况）才进一步权衡利弊，在不降低路线标准的条件下局部调整路线，使之从较好桥涵位置通过。
- 2) 使路线通过地区，不因小桥涵设置不当而造成排洪不畅、冲毁路基、积水淹田或使农业灌溉和正常交通受到影响。
- 3) 小桥涵位置和方向设置，要做到“进口要顺、水流要稳”，不发生斜流、旋涡等现象，以免冲毁洞口、堤坝或农田。
- 4) 要全面综合考虑和比较，使全部工程量（包括桥涵主体及一切附属工程）最小，以降低工程造价。

小桥涵位置选择主要解决设置地点及具体定位两个问题。

二、设置地点

在哪些地方需要设小桥涵，这是选择位置的首要问题，一般情况下，应在下列位置考虑设置小桥或涵洞：

1. 天然河沟与路线相交处

凡路线与明显沟形的干沟、小溪、河流相交时，当路线上游汇水面积大于 0.1km^2 时，原则上应设一道小桥或涵洞。

2. 农田灌溉渠与路线相交处

路线经过农业区、跨越水渠、堰塘或水库的排水渠以及通过大片梯田影响农田灌溉时应考虑设置涵洞。

3. 路基边沟排水渠

在山区公路的山坡线，为排除路基挖方内侧边沟流水，应考虑设置涵洞。其间距一般不大于 $200\sim 400\text{m}$ ；在干旱的山区，间距不大于 $400\sim 500\text{m}$ 。

4. 路线交叉时

当路线与铁路、公路、大车路、人行路、农村机耕道及重要管线交叉，如采用立体交叉，且路线又从其上方通过时，应考虑设置相应的小桥或涵洞。

5. 其它设涵情况

1) 在平原区，路线通过较长的低洼地带及泥沼地带，为保证路基稳定，避免排水不畅及长期积水的情况，在地面具有天然纵坡的地方应设置多道涵洞。如无灌溉和其它需要，涵洞间距一般是1~2km。

2) 平原区路线穿过天然积水洼地，也应考虑设置数道涵洞，以沟通路基两侧水位，平衡水压。

3) 路线紧靠村镇通过时，要特别注意设涵，以排除村镇内地面汇流水。

4) 山区岩层破碎及坍方地段，雨季时经常有地下水从路基边坡冒出，为使路基边坡稳定，及时疏干地下水，应配合路基病害整治设置涵洞。

三、小桥位置的确定

小桥定位主要是确定小桥的中心桩号及桥轴线方向以及跨河沟时路中线位置。由于小桥工程数量较大，择位时可以允许路线稍有摆动。因此，在确定小桥位置时，应结合路线经过河流的水文、地形、地质、土壤等条件与路线布置综合考虑。在生产中，通常是桥涵组与选线组人员协同选定桥位。在不过份增加土石方数量和路线长度，不降低路线标准情况下，适当考虑和照顾小桥位的需要，选择有利的跨河桥位。择位时要综合考虑以下条件：

1) 桥梁纵轴线应尽可能与洪水主流方向垂直。如不能正交时，应使墩台轴线与水流方向平行，以减少水流对桥墩台、路基边坡的冲刷，如图2-1。

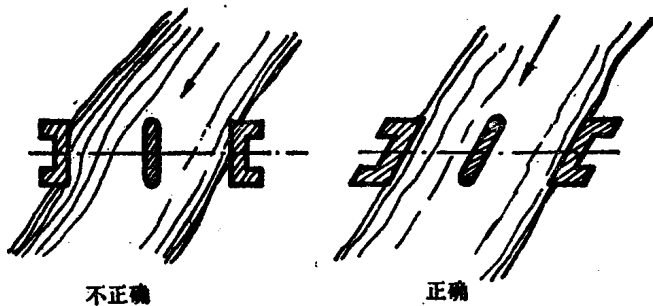


图2-1 斜交桥位

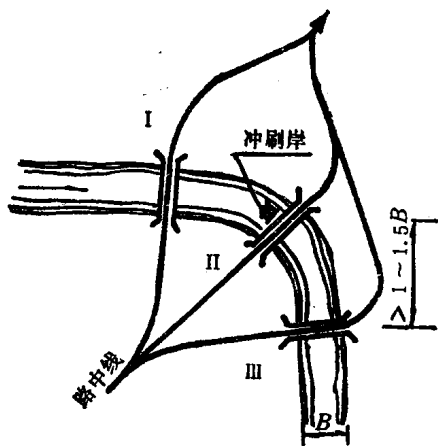


图2-2 河弯处桥位

2) 桥位最好选在河流顺直、水流平稳地段。这样可减少水流对桥台的冲刷，也可减少墩台基础及河岸防护加固工程。

当路线遇河湾时，最好把桥位选择在河湾的上游，如图2-2中桥位方案I。限于路线和地形影响不能在上游跨河时，也可设在河弯下游。但应尽量远离河弯，一般最好设在河流宽度的1~1.5倍以外，如图桥位III。桥位应避免设在河弯上，如图2-2中桥位II应避免采用。

3) 桥位应选择在河床地质良好、地基承载力较大的河段。尽量避免在岩溶、滑坡、泥沼、盐渍土及其它地质不良地段通过。为减少墩台基础费用，桥位最好选在河床两岸有基岩外露或覆盖层较浅的地点。桥位处如系土质河床，应尽量避免在淤泥沉积地段设置。

4)选择在河流狭窄、河滩较窄较高、岔流少的河段跨河。这样可缩短桥长，减少工程数量。在河流有沙洲、河叉汇合口等水流紊乱的河段，应避免设桥。当路线必须通过两河沟支流汇合口时应从其汇合口处下游离汇合口 $1.5 \sim 2.0$ 倍河宽以外的范围跨过，如图2-3。

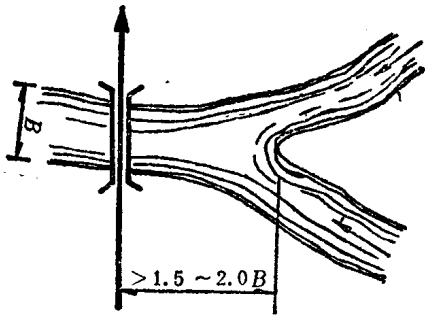


图2-3 河流汇合口桥位

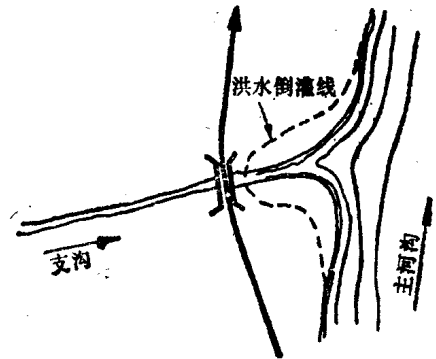


图2-4 大河倒灌对桥位的影响

5)沿溪线跨越支沟时，桥位应尽量选在受大河壅水倒灌影响范围以外，如图2-4。

6)桥位选择应尽量使两岸桥头土石方较少，利于路线衔接，并避开两岸不良地质地段。

7)沿溪路线与桥位布置要密切配合。在可能条件下利用河弯、“S”形河段以及适当斜交的办法跨河，以争取较好的线形条件，如图2-5。

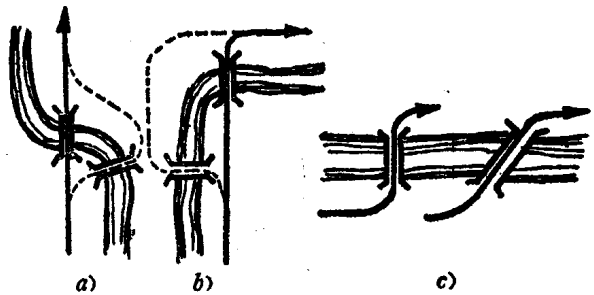


图2-5 桥位与路线配合

a) “S”形河段桥位；b)河弯段桥位；c)斜交桥位

四、涵洞位置的确定

涵洞定位，通常是沿着已确定路线方向前后移动，以选择一个合理而又经济的位置。根据不同地形情况，选择涵洞位时要注意以下几点：

(一)平原区涵位

1)沟心设涵。平原区涵位通常设于河沟中心，一般与路线方向正交，并使其进水口对准上游沟心

2)适当改沟。在河沟十分弯曲地段，为使水流畅通，可采用裁弯取直或改移河沟的办法设正交涵，如图2-6。移位后的涵洞，上游一般应有 1.5 倍河槽宽度的直沟段长度。

3)注意设农田灌溉涵洞，并注意设涵

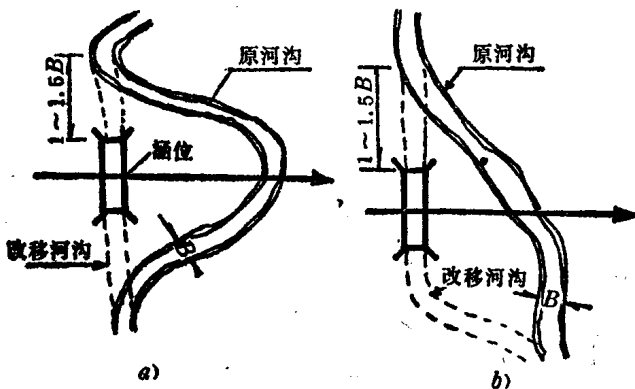


图2-6 平原区改沟设涵
a)裁弯取直；b)改沟设涵

后出口对农田的冲刷。

(二) 山岭及丘陵区涵位

1) 顺沟设涵。山区河沟坡陡水急、洪水猛、历时短，冲刷及水毁比较严重。因此，涵位布置应尽量符合水流方向，顺沟设置。一般不宜改沟设涵强求正交。只有当河沟比较宽浅，沟底纵坡平缓、水流较小时才考虑改沟设涵。改沟时要注意作好引水及防护工程，并注意对下游农田的影响。

在有经常水流的河沟上，采用裁弯取直的办法改沟设涵还具有可在干土中开挖基坑以及取直后河底增高可缩短涵洞长度的优点。当河沟支叉较多，水流紊乱时，可采用改沟整流做正交涵的办法，如图2-7。

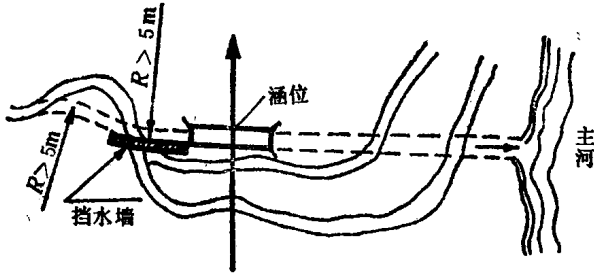


图2-7 改沟整流正交设涵

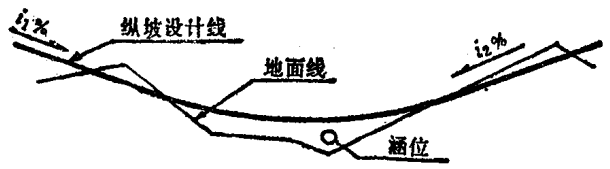


图2-8 上下坡变坡处设涵

2) 涵位与路基排水系统密切配合。布置涵位时，可结合路线平、纵面设计图，选择以下位置设置路基排水涵洞。

(1) 路线纵坡成凹形处 为排除内侧边沟水流，一般应考虑设边沟排水涵，如图2-8。

(2) 纵断面上陡缓变坡处 纵坡由陡坡变为缓坡时，内侧边沟水流由急变缓，容易产生急流和不利冲刷。若在 200m 内又无其它涵洞时，在变坡点附近应考虑设边沟排水涵，如图 2-9。



图2-9 纵坡陡缓变坡处设涵

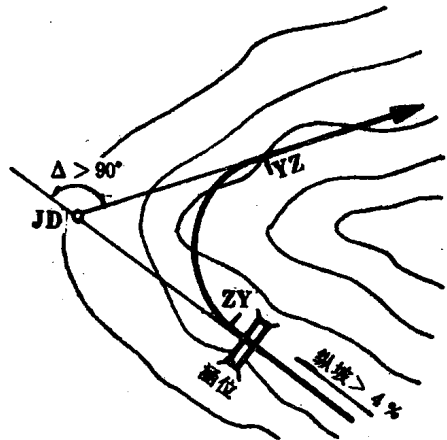


图2-10 陡坡急弯处设涵

(3) 陡坡急弯处 当路线的偏角较大(大于 90°)，平曲线半径较小，路线进入弯道前的纵坡又为大于4%的陡坡时，边沟急流直接顶冲路基内侧，在暴雨期甚而水流溢出边沟漫过路基，直接影响路基稳定及行车。在弯道起(止)点附近应考虑设边沟排水涵，如图 2-10。

(4)在路基挖方边坡上,设有截水沟的挖方地段,截水沟出口处应设置排水涵洞如图2-11。以免截水沟水流顺边沟流经过长,冲刷路基和路面。

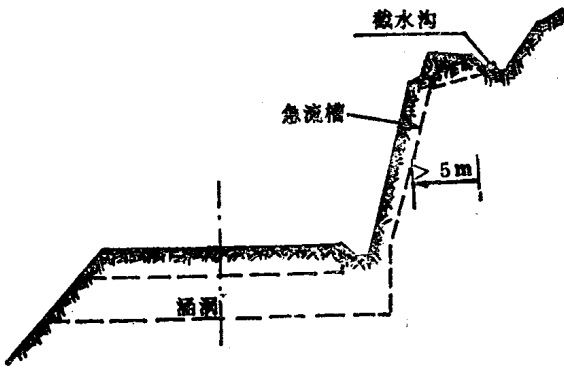


图2-11 截水沟出口设涵

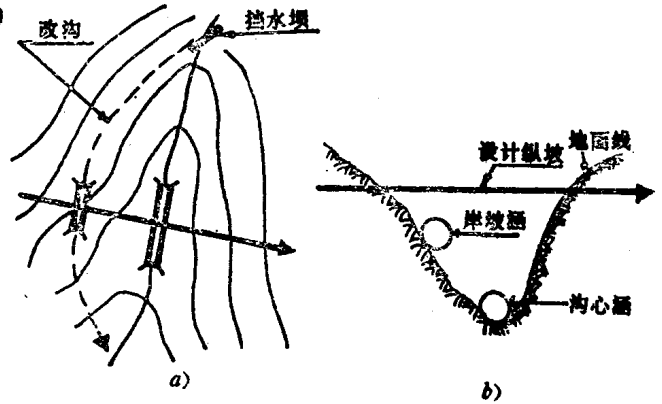


图2-12 岸坡设涵
a)平面; b)纵面

3)岸坡设涵。当河沟边坡稳定、土壤密实(一般多为石质或不透水的亚粘土)、河沟又很深时,可考虑将涵位从沟底移至岸坡上,以缩短涵洞长度(如图2-12)。岸坡设涵时应注意作好上、下游的引水沟、截水坝及防护加固工程。避免水顺老沟冲毁路堤或农田。为排除地表积水,在原沟底面宜作片石盲沟,然后填筑路堤。

4)改沟合并。当两条溪沟相距很近(一般山区在100m以下;丘陵区在200m以下),汇水区面积又很小(一般在 $0.03\sim 0.05\text{km}^2$ 以下),河沟纵坡小于30%,且水流速度不大,含沙量较小时,经过经济比较,可考虑改沟合并以减少涵洞数量。改沟合并要注意开挖排水沟或加深、加宽边沟;并作好旧河沟的堵塞、截水墙及路基加固工程。

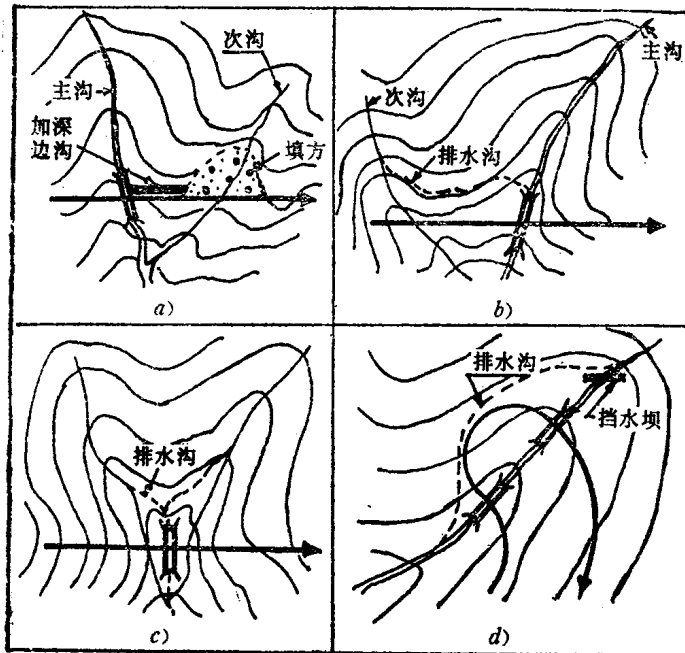


图2-13 改沟合并方式

a)填平次沟并入涵洞; b)用排水沟并入涵洞; c)同时改沟并入涵洞; d)改沟取消涵洞

若改沟合并后，使河沟产生过大冲刷或淤积，以致影响路基稳定，或改沟工程过大不经济时，都不宜改沟合并设涵。改沟时，引水沟断面一般要经过水力计算来决定。由于水沟易于淤塞，一般断面宁可偏大些。引水沟距路基边坡应尽量远些。改沟方式应结合改沟条件灵活处理，如有条件，在河沟上游远离桥涵处挖沟引水则更为合适。

改沟合并可有如图2-13几种方式。

5) 路线跨越丘陵地区的山脊线，在凹形竖曲线处可有开挖排水沟，而不设涵洞的方案，如图2-14。应注意设涵与挖沟方案比较确定。

6) 当必须在河弯处设涵时，涵位应设在水流较集中的一侧以利水流通过。

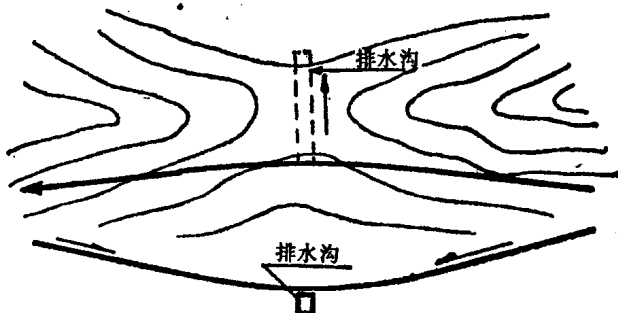


图2-14 用排水沟代替涵洞

第四节 小桥涵位置测量

桥涵位置测量目的有三点：第一，通过测量实地检查桥涵位置选择和布设是否恰当合理，并把桥涵位置（即中心桩）在实地钉设出来；第二，与路线测设密切配合，及时提供路线设计所必须的资料，如重要桥涵处的控制标高、桥涵位置选择对路线的要求等；第三，通过测量，为桥涵内业设计提供断面、地面标高及其它有关资料。

小桥涵位置测量主要内容及方法如下：

一、桥涵位中桩钉设

根据已定的路线走向，桥涵位置选择的要求及水流流向，即可在实地钉设桥涵位中心桩。直线上的桥涵可直接用花杆穿线的办法确定中桩。在曲线上的桥涵，通常多用切线支距法（如图2-15）。先沿切线方向量得水平支距 x ，由曲线半径 R 及 x 即可查切线支距表求得纵距 y 。

纵距 y 也可用下面近似公式计算：

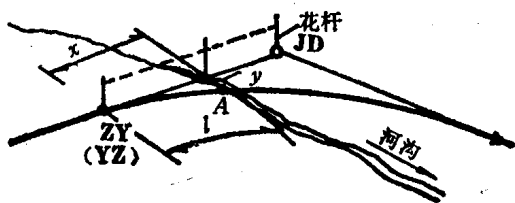


图2-15 曲线上涵位钉设

$$y = \frac{x^2}{2R} \text{ (m)} \quad (2-1)$$

也可用精确公式计算：

$$y = R - \sqrt{R^2 - x^2} \text{ (m)} \quad (2-2)$$

式中： x 、 y ——桥涵中心桩的切线支距(m)；
 R ——平曲线半径(m)。

桥涵位中心桩号为：

$$\text{中心桩号} = \text{zy桩号} + l$$

$$\text{或 中心桩号} = \text{yz桩号} - l$$

式中： l ——曲线起点(zy)或终点(yz)到桥涵中心桩的曲线长(m)， l 可用查支距表或用下式计算：

$$l \approx x + 4\Delta l \quad (m) \quad (2-3)$$

或
$$l \approx \frac{4c-x}{3} \quad (c-\text{弦长}, \quad c = \sqrt{x^2+y^2})$$

式中： Δl —曲线起（终）点至桥涵中心桩的弦弧差(m)。

钉出中心桩后，即可用带有水平度盘的水平仪或罗盘仪或带角圆盘，测出桥涵轴线与路线的夹角。再用水平仪或带角手水平，用比高法测出中心桩地面高程。

二、断面测量

由于小桥和涵洞设计时布图要求不同，因而对河沟断面测量的要求也不相同。

(一) 小桥

一般沿路线方向（即河沟的横断面方向），按上、中、下三个部位施测断面，如图2-16。

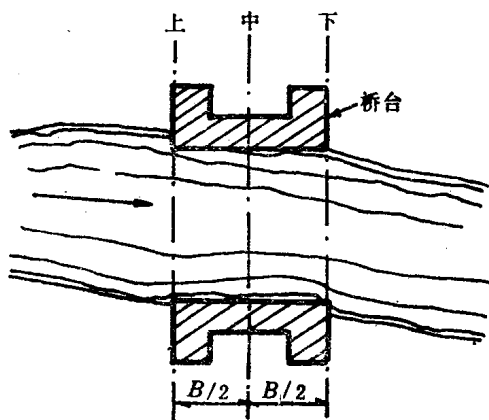


图2-16 小桥断面测量

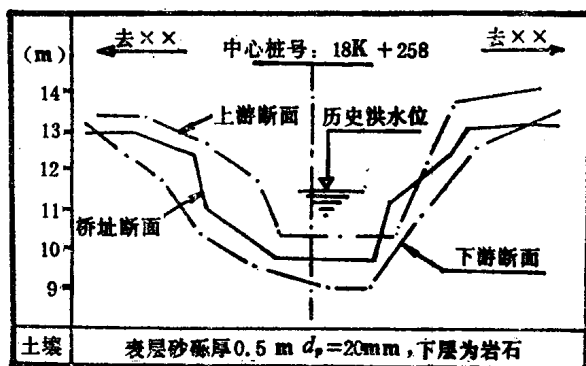


图2-17 小桥河沟横断面

测量范围一般至最高洪水位泛滥线以上或河岸两侧以外10~20m。测量方法一般可用水平配合皮尺施测。施测时要注意把上、下游断面与路中断面联系起来，用比高法测出上、下游断面中心处的地面高，以便将三个断面套绘在一个图上。

横断面图上，除绘制地面线外，还要注明中心桩号、测时水位、调查洪水位及设计水位、土壤类别等。若有地质土壤试坑或钻孔柱状图亦应绘于图上。小桥河沟断面图如图2-17。比例尺根据河沟宽度采用1:50~1:200。

(二) 涵洞

由于涵洞布图一般仅作一个纵剖面图，因而断面测量只在涵中心处测一个河沟纵断面。测量范围，应根据涵洞长度(或中心填土高度)而定。一般上、下游各测15~20m即可。

三、小桥涵位平面图

小桥涵一般不测地形图。只有当地形特别复杂，上下游改河河道范围较大，附属工程较多时才实测地形图。地形图比例一般为1:200~1:500；当范围较大时还可用1:1000。等高线间距一般1m，地形十分平坦时可用0.5m。

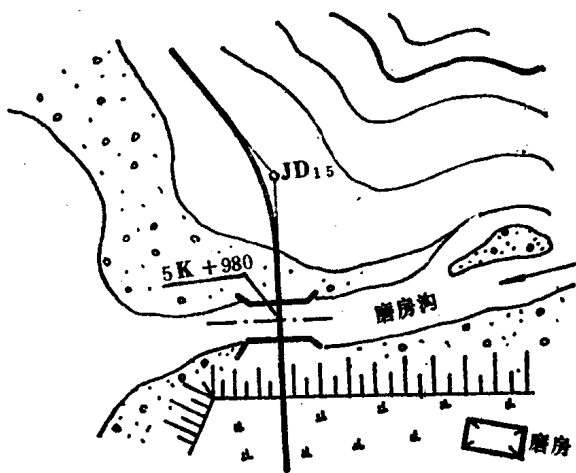


图2-18 桥涵位置平面图

施测范围一般上游为河槽宽度的4倍；下游为2倍。并需满足桥涵布图的需要。

一般情况下小桥（涵）位只勾绘平面示意图，主要是为了便于室内设计时了解或回忆桥涵位置情况。示意平面图中应勾绘出桥涵位处的地形、地貌特征，桥涵位置方向，主要地名，沟名，以及现场拟定的进出口改沟及开挖的示意线等。桥涵平面示意图如图2-18。

第五节 小桥涵调查

一、工程地质调查

小桥涵工程地质勘测以调查为主，挖探为辅。其目的是了解基底土壤的承载力、地质构造和地下水情况及其对桥涵构造物稳定性的影响。以提供基础埋置深度的资料和对于不良地质采取必要的防治或避开的措施。

调查的主要内容有：地基土壤的名称、颜色、所含成分（不同粒径所占的大约百分比）、密实程度（按挖探或钻探进展的难易程度区分疏松、中等密实、密实等）、含水干湿与可塑状态（砂性土壤分干、湿、含水饱和；粘性土壤分流动性、塑性、硬性）、地下水情况、岩层走向倾角及风化程度等。

桥涵地基土的分类见表2-1。

地基土的分类

表2-1

岩石类	几乎不可压缩的抗水胶结的岩石，在饱和状态下，其最大耐压强度不小于5MPa（花岗岩、砂岩、石灰岩等），在地下成为一整层，或像干砌块石一样的未移动的整体。	
半岩石类	胶结岩石，在饱和状态下，其最大耐压强度小于5MPa；在基础下易于压实（泥灰岩、页岩等）不能抗水（石膏、盐岩、石膏质砾岩等）。	
大块碎石类（结晶或胶结沉积岩以及块状的非胶结层 $d>2\text{mm}$ 的碎石占全重50%以上）	卵石（或碎石）	直径 $>10\text{mm}$ 的颗粒总重超过全重的50%
	砾石（或角砾）	直径 $>2\text{mm}$ 的颗粒总重超过全重的25%
砂类（干状态下是分散的，不能做可塑试验或 $I_p<1$ ）	砾砂	直径 $>2\text{mm}$ 的颗粒总重超过全重的25%
	粗砂	直径 $>0.5\text{mm}$ 的颗粒总重超过全重的50%
	中砂	直径 $>0.25\text{mm}$ 的颗粒总重超过全重的50%
	细砂	直径 $>0.1\text{mm}$ 的颗粒总重超过全重的75%
	粉砂	直径 $>0.1\text{mm}$ 的颗粒总重少于全重的75%
粘土类	轻亚粘砂土	$3 \leq I_p \leq 10$
	亚粘土	$10 \leq I_p \leq 17$
粘土类（ $I_p>1$ ）	粘土 大孔土 淤泥	$I_p>17$ 如果粘土类的土在天然状态下用肉眼可以看出其中的孔隙，而这种孔隙要比土的骨架的颗粒大很多，叫作大孔性土（黄土类的土）如粘土类的土，在其形成最初阶段当水中有微生物作用时形成了结构沉积，在天然状态下含水量超过液限亚砂土和亚粘土的孔隙比， $e>1$ ，或粘土的孔隙比， $e>1.5$ ，则均称为淤泥

注：①土的塑性指数 I_p 系指土的两种状态，即液限 w_L 与塑限 w_p 时的含水量之差，以重量的百分数表示（ $I_p = w_L - w_p$ ）， w_L 及 w_p 按现行规范测定之。

②为了确定土的名称，将土所含的颗粒大小的百分比加以统计，从大于10mm者开始，而后依次为大于2mm者大于0.5mm者等，按表中排列次序给以最适合的名称。

③土的孔隙比 e ，等于土中的空隙体积与矿物体积之比。

调查的方法一般采用目测和访问相结合的办法。调查时应利用所收集的各种有关地质资料。当桥涵附近有已成的防护及排水构造物时，应对基底土壤、基础类型、埋置深度、冲刷